

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-93323

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int.Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 Q 3/26
21/00

H 0 1 Q 3/26
21/00

C

H 0 4 B 7/005
7/26

H 0 4 B 7/005
7/26

B

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号

特願平8-246366

(22) 出願日

平成8年(1996) 9月18日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 庄木 裕樹

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 行方 稔

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

(72) 発明者 向井 学

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株
式会社東芝研究開発センター内

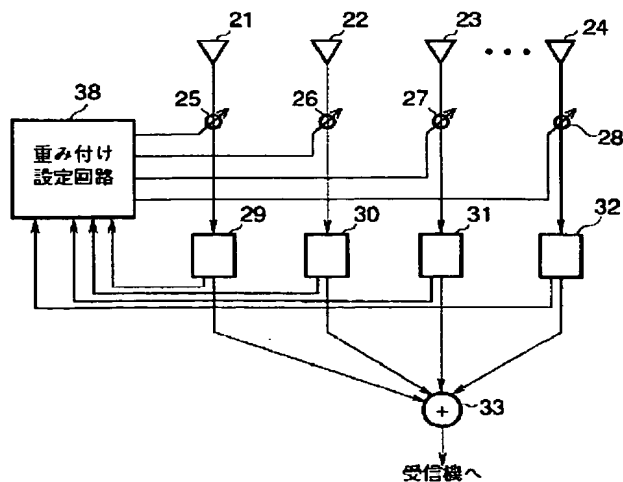
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 アダプティブアンテナおよびマルチキャリア無線通信システム

(57) 【要約】

【課題】 広帯域信号の伝送のためにマルチキャリア方式を用いた場合にも、簡単な構成で、制御が容易かつ短時間で、効果的に不要波の抑圧を行えるアダプティブアンテナを実現する。

【解決手段】 複数のアンテナ素子21~24と、複数のアンテナ素子の各々で受信された電波信号をアンテナ素子毎に重み付けを行う重み付け25~28と、重み付け器の各出力信号を加算する加算器33と、複数のアンテナ素子の各々で受信された電波信号の中から一つまたは複数の特定キャリア成分を抽出する抽出器29~32と、抽出された信号を入力し、複数のアンテナ素子毎の重み付け量を設定し、重み付け器へ出力する重み付け設定回路38とを有する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 マルチキャリアにより送信された電波信号を受信するアダプティブアンテナにおいて、複数のアンテナ素子と、前記複数のアンテナ素子の各々で受信された前記電波信号をアンテナ素子毎に重み付けを行う重み付け手段と、前記重み付け手段の各出力信号を加算する加算手段と、前記複数のアンテナ素子の各々で受信された前記電波信号の中から一つまたは複数の特定キャリア成分を抽出する抽出手段と、前記抽出手段により抽出された信号を入力し、前記複数のアンテナ素子毎の重み付け量を設定し、前記重み付け手段へ出力する重み付け設定手段とを具備することを特徴とするアダプティブアンテナ。

【請求項2】 前記重み付け設定手段は、前記抽出手段により出力された信号を基に前記特定キャリア成分における伝搬環境を推定する手段と、前記伝搬環境を推定する手段により得られた前記特定キャリア成分の伝搬環境を基に前記特定キャリア成分以外のキャリア成分の伝搬環境を推定する手段とを具備し、各キャリア成分において推定された前記伝搬環境を基に前記複数のアンテナ素子毎の重み付け量を設定することを特徴とする請求項1記載のアダプティブアンテナ。

【請求項3】 前記重み付け設定手段は、前記抽出手段により出力された信号を基に前記特定キャリア成分における伝搬環境を推定する手段と、前記特定キャリア成分において推定された前記伝搬環境を基に前記複数のアンテナ素子毎の重み付け量を決定する手段と、前記特定キャリア成分以外のキャリア成分の複数のアンテナ素子毎の重み付け量を、前記特定キャリア成分において決定された重み付け量を基に決定する手段とを具備することを特徴とする請求項1記載のアダプティブアンテナ。

【請求項4】 複数のキャリアに情報を乗せて伝送するマルチキャリア無線通信システムにおいて、マルチキャリアにより送信された電波信号を受信してその受信信号によりアンテナ特性を制御するアダプティブアンテナの制御処理に使用可能なパイロット信号情報を、前記複数のキャリアとは別の異なる専用キャリアに乗せて伝送することを特徴とするマルチキャリア無線通信システム。

【請求項5】 前記複数のキャリアと前記専用キャリアとでは変調方式が互いに異なることを特徴とする請求項4記載のマルチキャリア無線通信システム。

【請求項6】 前記複数のキャリアと前記専用キャリアとでは伝送速度が互いに異なることを特徴とする請求項4記載のマルチキャリア無線通信システム。

【請求項7】 複数のキャリアにスペクトル拡散通信方式における符号多重化により情報を乗せて伝送するマル

チキャリア無線通信システムにおいて、マルチキャリアにより送信された電波信号を受信してその受信信号によりアンテナ特性を制御するアダプティブアンテナの制御処理に使用可能なパイロット信号情報を、前記複数のキャリアの中の一部のキャリアの一部の符号にのみ乗せて伝送することを特徴とするマルチキャリア無線通信システム。

【請求項8】 複数のキャリアに時分割多重により情報を乗せて伝送するマルチキャリア無線通信システムにおいて、

マルチキャリアにより送信された電波信号を受信してその受信信号によりアンテナ特性を制御するアダプティブアンテナの制御処理に使用可能なパイロット信号情報を、前記複数のキャリアの中の一部のキャリアの一部の時間スロットにのみ乗せて伝送することを特徴とするマルチキャリア無線通信システム。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 この発明は、移動通信システム等において、広帯域信号を複数の搬送波（キャリア）を用いて伝送するマルチキャリア無線通信システムおよびその電波信号を受信するアダプティブアンテナ（adaptive antenna）に関する。

【0002】

【従来の技術】 移動体通信などにおける干渉波などの妨害信号を抑圧して受信するためのアンテナとして、アダプティブアレイアンテナがある。このアンテナは、例えば、図18に示すように、所望波方向へビームを向け、妨害波の方向にはヌル（零点）を形成するようなパターンを受信信号から自動的に形成するものである。

【0003】 アダプティブアンテナは、基本的に複数のアンテナ素子で構成され、各アンテナ素子で受信された信号に適当な重み付けを行い、各々合成することにより上記のような合成パターンが形成されることになる。ここで、この重み付け量を決定する方法としては、ある既知の参照信号に基づいて、実際に受けた受信信号との自乗誤差成分を最小化するように重みを決定するLMS（Least Mean Square）方式、所望波の方向を既知としてSN比最大化を行うMSN（Maximum Signal to Noise Ratio）方式、周波数拡散変調信号の受信などにおいて強い妨害波信号を受信電力最小化により抑圧するPI（Power Inversion）方式、周波数変調や位相変調された信号の持つ振幅成分の定包絡線性を利用して、干渉波抑制を行うCMA（Constant Modulus Algorithm）方式などが提案されている。

【0004】 この従来方式の一例として、LMS方式のアダプティブアンテナの構成例を図19に示す。図19において、複数のアンテナ素子11には各々重み付け器

12が接続され、各アンテナで受信された信号は個々に重み付けされる。これらの信号は加算器13により加算されて出力される。ここで、加算出力は受信機へ供給されると共に、基準信号発生回路14へ入力され、加算出力の中から希望信号と相関が強く、妨害波と相関の弱い基準信号を発生する。ここで、あらかじめ基準信号が既知である場合には、加算出力から基準信号を抽出する過程は省略可能である。次に、加算出力と基準信号との差が減算器15により誤差信号として出力され、制御回路16へ入力される。制御回路16ではこの誤差信号に基づき各アンテナ素子毎の重みを決定し、各重み付け器12を制御することになる。このような構成によるフィードバックを動作させることにより、結果的に各アンテナへ設定された重み付けによる合成アンテナパターンは妨害波方向にヌルを形成し、所望波方向に利得の高いものとなる。

【0005】ところで、現在マルチメディア化に対する注目が高まっているが、無線通信の領域においてもこれは例外では無い。今後は音声のみならず、画像情報やデータなど大容量の情報が無線により伝送されることになる。従って、一つの情報（チャネル）当たりの電波の周波数帯域幅も今後は広帯域化していくと考えられる。

【0006】広帯域信号の伝送に対しては、受信機等のハードウェアの広帯域特性の改善が不可欠であるが、この要求に対するハードルは高い。そこで、この問題を解決する手段として、一つの情報を幾つかの帯域に分割して異なる周波数の搬送波（キャリア）に乗せて送信するマルチキャリア伝送方式が提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このようなマルチキャリア伝送方式の通信システムにおいて、干渉波を抑圧し、所望波を効率良く受信するためのアダプティブアンテナを構成しようとする場合には、キャリア周波数と同数の重み付け器を各アンテナ素子毎に設け、その制御を行う回路もキャリア周波数と同数だけ設けることが必要になる。従って、アンテナ構成が大規模で複雑になる欠点がある。

【0008】本発明は、このような問題点に解決するためになされたものであり、広帯域信号の伝送のためにマルチキャリア方式を用いた場合でも、簡単な構成で、制御が容易かつ短時間ででき、効果的に不要波の抑圧を行えるアダプティブアンテナを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記課題を解決するために、マルチキャリアにより通信された電波信号を受信するアダプティブアンテナにおいて、複数のアンテナ素子と、前記複数のアンテナ素子の各々で受信された前記電波信号をアンテナ素子毎に重み付けを行う重み付け手段と、前記重み付け手段の各出力信号を加算す

る加算手段と、前記複数のアンテナ素子の各々で受信された前記電波信号の中から一つまたは複数の特定キャリア成分を抽出する抽出手段と、前記抽出手段により抽出された信号を入力し、前記複数のアンテナ素子毎の重み付け量を設定し、前記重み付け手段へ出力する重み付け設定手段とを有する。

【0010】この構成においては、受信信号の中の特定キャリア成分のみ取り出し、この信号を基に各アンテナ素子への重み付けを行うことができる。したがって、一部のキャリアの受信信号のみを用いることにより干渉波抑圧等のためのアンテナ指向性を最適化するアダプティブ処理を行うことが可能となり、構成および制御処理手順の単純化を実現できるようになるため、伝送速度の速い移動通信などへの応用に多大な効果がある。

【0011】また、前記重み付け設定手段には、前記抽出手段より出力された信号を基に前記特定キャリア成分における伝搬環境を推定する手段と、前記伝搬環境を推定する手段により得られた前記特定キャリア成分の伝搬環境を基に前記特定キャリア成分以外のキャリア成分の伝搬環境を推定する手段とを設け、各キャリア成分において推定された前記伝搬環境を基に前記複数のアンテナ素子毎の重み付け量を設定することを特徴とする。

【0012】このような構成では、受信信号の中の特定キャリア成分により推定された伝搬環境から他のキャリア成分の伝搬環境を推定することにより、各アンテナ素子への重み付けを行うことができる。

【0013】また、前記重み付け設定手段に、前記抽出手段より出力された信号を基に前記特定キャリア成分における伝搬環境を推定する手段と、前記特定キャリア成分において推定推定された前記伝搬環境を基に前記複数のアンテナ素子毎の重み付け量を決定する手段と、前記特定キャリア成分以外のキャリア成分の複数のアンテナ素子毎の重み付け量を、特定キャリア成分において決定された重み付け量を基に決定する手段とを設けることにより、受信信号の中の特定キャリア成分によりアンテナ素子毎の重み付け量が設定でき、これを元に他のキャリア成分の重み付け量を推定し、各アンテナ素子への重み付けを行うことができる。

【0014】また、本発明は、複数のキャリア（搬送波）に情報を乗せて伝送するマルチキャリア無線通信システムにおいて、マルチキャリアにより送信された電波信号を受信してその受信信号によりアンテナ特性を制御するアダプティブアンテナの制御処理に使用可能なパイロット信号情報（既知情報）を、前記複数のキャリアとは別の異なる専用キャリアに乗せて伝送することを特徴とする。これにより、専用キャリアを用いたアダプティブアンテナ制御を行うことが可能となり、その制御のための構成を簡単化することができる。パイロット信号情報は、例えば前述のLMS方式でアンテナ指向性を制御する場合には、既知の参照信号と比較される受信信号情

報として利用することができる。

【0015】また、このように専用キャリアによりパイロット信号情報を伝送する方法は、アダプティブ処理のみならず、そのパイロット信号情報を用いることで受信側の各種制御処理を容易に行うことを可能にする。

【0016】また、前記複数のキャリアと前記専用キャリアとでは互いに異なる変調方式を用い、これによって、パイロット信号情報を有する専用キャリアの復調方式を複数のキャリアの復調方式よりも簡略化することが好ましい。

【0017】また、前記複数のキャリアと前記専用キャリアとで互いに伝送速度を異ならせ、パイロット信号情報の有する専用キャリアの伝送速度を低速化することで、簡易に重み付け設定制御を行うことが可能となる。

【0018】また、本発明は、複数のキャリア（搬送波）にスペクトル拡散通信方式における符号多重化により情報を乗せて伝送するマルチキャリア無線通信システムにおいて、マルチキャリアにより送信された電波信号を受信してその受信信号によりアンテナ特性を制御するアダプティブアンテナの制御処理に使用可能なパイロット信号情報を、前記複数のキャリアの中の一部のキャリアの一部の符号にのみ乗せて伝送することを特徴とする。これにより、符号多重化の一部のキャリアのみを受信するだけでアダプティブアンテナを動作させることができ、受信装置を簡略化できる。

【0019】また、本発明は、複数のキャリア（搬送波）に時分割多重により情報を乗せて伝送するマルチキャリア無線通信システムにおいて、マルチキャリアにより送信された電波信号を受信してその受信信号によりアンテナ特性を制御するアダプティブアンテナの制御処理に使用可能なパイロット信号情報を、前記複数のキャリアの中の一部のキャリアの一部の時間スロットにのみ乗せて伝送することを特徴とする。これにより、時分割多重の一部のキャリアのみを受信するだけでアダプティブアンテナを動作させることができ、受信装置を簡略化できる。

【0020】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。図1は本発明の第1の実施形態に係るアダプティブアンテナの構成例である。このアンテナで受信する電波信号は、例えば図2に示すように、1つの情報を3つの搬送波（キャリア） f_1 、 f_2 、 f_3 に分割して乗せて送信された、いわゆるマルチキャリア信号である。各アンテナ素子22、23、24で受信されたマルチキャリア信号は各々重み付け器25、26、27、28により複素ウェイト（振幅重み、位相重み）の重み付けがなされる。各重み付け器25、26、27、28にはキャリア信号抽出器29、30、31、32が各々接続される。このキャリア信号抽出器29、30、31、32は、各アンテナ素子毎に重み付けされ

た全てのキャリアの信号を合成器33へ出力すると共に、特定のキャリアの信号（例えば搬送波周波数 f_2 による信号）のみを抽出し、重み付け設定回路38へ出力する。

【0021】各キャリア信号抽出器29、30、31、32の具体的な構成としては、図3に示すように、入力信号を分配器40で分岐し、その一方を合成器33側へ、もう一方を特定キャリア信号の周波数帯域のみを通過させる帯域通過フィルタ（BPF：Band Pass Filter）41により特定キャリア信号のみ抽出して、重み付け設定回路38へ出力する構成を利用できる。

【0022】重み付け設定回路38は、特定キャリアの信号情報を元に、各アンテナ素子へ設定する重み付け量を重み付け信号として出力し、各重み付け器25、26、27、28へ入力する。重み付け器は、図4に示されているように、各アンテナ素子で受信した信号の振幅レベルを変化するために可変減衰器（もしくは可変利得増幅器）42、位相量を変化させるために可変移相器43を有している。重み付け信号の中で、振幅ウェイト信号は可変減衰器42へ、位相ウェイト信号は可変移相器43へ各々入力される。図5に、重み付け設定回路38の構成例を示す。

【0023】図5に示されているように、各アンテナ素子21、22、23、24の受信信号から抽出された特定キャリアの信号は各々AD変換器50へ入力され、そこでアナログ信号からディジタル信号に変換される。この後、直行変換器51により、直交成分（I、Q信号）に分離され、演算回路53へ入力される。演算回路53では、目的とするパターン成形（例えば、所望波方向へビームを向けたり、妨害波方向にヌルを形成する）を行うための適応信号処理が行われ、各アンテナ素子21、22、23、24に接続された重み付け器25、26、27、28を制御するための重み付け信号が出力される。重み付け信号は、その振幅重みと位相重みが独立に出力され、各々振幅ウェイト信号発生器55、位相ウェイト信号発生器54により振幅ウェイト信号と位相ウェイト信号を出力する。この振幅ウェイト信号発生器55、位相ウェイト信号発生器54は、例えばディジタル信号である振幅重みと位相重みから、可変減衰器42や可変移相器43を制御するための振幅ウェイト信号と位相ウェイト信号を生成するものであり、それらウェイト信号としては例えばアナログのバイアス電圧であったり、ディジタルの制御信号であったりする。

【0024】演算回路53で行う適応信号処理としては、干渉波抑圧を行うことを目的とする場合には、例えば以下のような適応アルゴリズムを用いることができる。・LSM（Least Mean Square）アルゴリズム：受信信号を、基準信号（受信信号の中から抽出する、もしくは既知の信号を用いる）に最小二乗

法的に近付けるようにフィードバックループを動作させる。・CMA (Constant Modulus Algorithm) : FSK 変調信号のように受信信号の振幅が一定となる指導原理の元で、フィードバックループを動作させる。

【0025】この他にも、RLS (Recursive Least Square) アルゴリズムなどいろいろな干渉波抑圧のための適応処理方法が提案されている。このような適応処理を行う信号処理回路としては、アナログ回路でも、図5に示した演算回路のようなデジタル信号処理回路でも実現できる。本発明は、適応アルゴリズムの種類およびその回路構成は問わない。この実施形態におけるポイントは、マルチキャリア伝送方式において、干渉波抑圧などを目的とした適応信号処理を行う場合に、特定キャリアにおける受信信号を基にアンテナ素子の重み付け量を他のキャリアの信号に対しても設定することに他ならない。ここで、この信号処理の具体的な構成について、以下に説明する。

【0026】図6には、通常用いられる典型的な信号処理構成(手順)を示す。各キャリア(f_1 , f_2 , f_3)毎に各々適応信号処理を施す。具体的には、各キャリア毎の受信信号を抽出して、キャリア毎に設けられた適応信号処理回路に入力する。各適応信号処理回路では、電波の伝搬環境を推定(例えば、所望波、妨害波の方向、受信電力、遅延時間などを把握する)し、この状況に対してLMSやCMAなどの適応アルゴリズムにより各アンテナ素子に設定する重み付け量を計算する。この結果を用いて、各重み付け器に最適化された重み付け量を設定する。以上のような手順により、各キャリア毎に最適化された重み付け量により最適な適応化指向性が形成でき、全てのキャリア信号に対して効果的な干渉波抑圧等ができる。

【0027】しかし、キャリア毎に、受信信号の抽出から適応信号処理、重み付け設定に至る構成を用意することは、全体の構成が複雑で大きくなるばかりでなく、信号処理時間も多大になる問題点がある。

【0028】このため、構成の簡単化および信号処理の高速化のためには、図7、図8、図9に示すような信号処理の手順が好適である。これら全ての手順について共通なことは、複数キャリアの受信信号の中の一部の受信信号を用いて、全てのキャリア信号に利用できる重み付け量を設定することであり、この部分でまず受信信号の抽出が全てのキャリアではなく一部のものでよく、キャリア信号抽出器の構成を著しく簡単化できる。

【0029】図7には、本発明における、信号処理の手順の第1の例を示す。この手順においては、ただ一つ抽出した受信信号(周波数 f_2 のキャリアに対応する信号)を信号処理回路へ入力し、周波数 f_2 のキャリアに対する伝搬環境を推定する。伝搬環境としては、例えば所望波(直接波および反射到来波)、妨害波の到来方

向、受信電力、遅延時間などがあげられる。この中で、例えば到来波推定については、MUSICやESPRITといった信号処理アルゴリズムを用いることができる。ここで他のキャリア成分の伝搬環境については、周波数等の違いから推定し、その結果を各々のキャリアに対する適応信号処理回路の伝搬環境推定結果として、入力する。

【0030】具体的には、(1) f_2 の受信信号から推定した伝搬環境をそのまま f_1 , f_3 の伝搬環境として入力する、(2) 周波数等の違いを考慮して、 f_2 の受信信号から推定した伝搬環境から f_1 , f_3 の伝搬環境を計算して入力する、などの方法が考えられる。(1)の手法は、キャリア周波数による伝搬環境の変化が小さい場合に有効であり、計算等の必要が無いので処理時間などの点で効果大きい。(2)の手法としては、例えば、マルチパス波がある場合に、各々の到来波の遅延時間差などを周波数差により推定することなどが考えられる。従って、マルチパス波がある環境下で効力がある。ここで、各キャリア毎で得られた伝搬環境の情報を基に、各々最適な重み付け量が適当な適応アルゴリズムにより計算できる。この手順のいずれの場合にしても、重み付け量を設定するために抽出する受信信号が特定の一部のキャリア成分だけであるので、キャリア信号抽出器の構成を著しく簡単化できる利点がある。ここで、適応アルゴリズムによっては、特に伝搬環境推定というステップを意識しなくても、受信信号から重み付けの最適化を行うことが可能であるので、この場合には受信信号自体を推定して、各適応信号処理回路へ入力することになる。例えば、キャリア f_2 において各アンテナ素子に入力する受信信号成分から、その入射方向と周波数差による位相変化を推定して、疑似的な受信信号を生成して、キャリア f_1 , f_3 用として各々の適応信号処理回路に入力することで実現できる。

【0031】図8には、本発明における、信号処理の手順の第2の例を示す。この手順においては、ただ一つ抽出した受信信号(周波数 f_2 のキャリアに対応する信号)を信号処理回路へ入力し、周波数 f_2 のキャリアに対する伝搬環境を推定する。次に、適応アルゴリズムにより、周波数 f_2 のキャリア信号における最適な重み付け量を計算する。ここで得られた周波数 f_2 のキャリア信号における最適な重み付け量をもとに、周波数 f_1 および f_3 のキャリア信号における最適な重み付け量を推定する。

【0032】この手順では、 f_2 で受信信号から推定した伝搬環境をそのまま f_1 , f_2 の伝搬環境として有効であり、形成すべきアンテナ指向性がキャリア周波数によらず同一形状になる場合に効果的である。周波数 f_1 および f_3 のキャリア信号における最適な重み付け量を推定する方法としては、周波数の違いやアンテナ素子配置を考慮して、 f_2 で受信信号を元に計算された重み付

け量から f_1 、 f_3 に対する重み付け量を計算して各重み付け器へ設定する。この手順においては、最も処理時間のかかる適応アルゴリズムによる計算を行う部分が特定のキャリアに対してだけであるので、計算時間を著しく短縮でき、また、その計算のためのデジタル信号処理回路を計算能力の低い安価なものを用いても十分対応できるので、実際に製作するうえで効果は大きい。

【0033】図9には、本発明における、信号処理の手順の第3の例を示す。この手順においては、ただ一つ抽出した受信信号（周波数 f_2 のキャリアに対応する信号）を適応信号処理回路へ入力して、重み付け量の設定までを一気に行う。周波数 f_1 および f_3 のキャリア信号における重み付け量は f_2 のものと同一に設定する。言葉を換えれば、キャリア毎に独立の重み付け器を設けず、ただ一つのキャリアに対する重み付け器により全ての周波数成分の重み付けを行う。構成が単純で、信号処理計算に対する負荷も最も小さくなり、効果は大きい。ここで、適応アルゴリズムや重み付け量計算において、周波数特性を考慮して最適化（複数のキャリア信号に対して平均的に最適化）するような計算手段を用いることにより、全ての周波数において有効なアンテナ指向性を実現できる。

【0034】なお、図1で示したアンテナ構成は、ここで示した手順の中で図9の手順により重み付けを設定した場合の構成例である。ここで、例えば、図7もしくは図8の手順を用いた場合には、図10のようなアダプティブアンテナの構成になる。以下、この構成について説明する。

【0035】ここでは、図1と同様に、図2に示すような3つの搬送波（キャリア） f_1 、 f_2 、 f_3 に情報を分割して乗せて送信された、いわゆるマルチキャリア信号を受信するアンテナを想定する。

【0036】各アンテナ素子61、62、63、64で受信されたマルチキャリア信号は各々分配器65、66、67、68により分配される。ここで各キャリア成分の信号成分のみを取り出すため、周波数 f_2 成分を取り出すための帯域通過フィルタ69、72、75、78、周波数 f_1 成分を取り出すための帯域通過フィルタ70、73、76、79、周波数 f_3 成分を取り出すための帯域通過フィルタ71、74、77、80が各々接続される。ここで抽出されたキャリア信号は、周波数 f_2 成分については、重み付け器81、82、83、84により複素ウェイトの重み付けがなされた後、合成器93により合成され、周波数 f_1 成分については、重み付け器85、86、87、88により複素ウェイトの重み付けがなされた後、合成器94により合成され、周波数 f_3 成分については、重み付け器89、90、91、92により複素ウェイトの重み付けがなされた後、合成器95により合成される。ここで、周波数 f_2 成分のみの受信信号成分を重み付け設定回路96に入力し、各重み

付け器へ設定する重み付け量を算出して算出する。他の機器については図1の例と同様である。

【0037】以上、本発明の第1の実施形態について説明したが、ここで次のような変更等を行っても本発明の効果は同様である。

(1) キャリアの数はこの実施形態の限りでは無い。また、重み付け量の計算のために用いるキャリアはただ一つでも良いし、複数個あってもよい。ただ一つのキャリア信号を用いる場合には、周波数帯域の中心にあるキャリア信号を用いる。こうすることにより、周波数帯域の周辺にあるキャリア信号に対する重み付け量の推定が効果的に行える。複数のキャリアを用いる場合には、例えば、全体の周波数帯域の上端と下端のキャリアを用い、その最適化重み付け量を計算し、これを元に線形近似などの方法により周波数帯域の中間にあるキャリアの重み付け量を推定（補間）することができる。

【0038】(2) 重み付け設定回路へ入力する特定キャリアの周波数の受信信号として、変調された受信信号をそのまま用いてもよいし、受信信号から既知情報との比較をするための既知信号成分のみを抽出して用いてもよいし、変調された部分を取り除いた純粋なキャリア（搬送波）成分のみを抽出して用いてもよい。パイロット成分やキャリア成分を抽出して用いることにより、信号処理回路の構成の簡単化、処理時間の短時間化等への効果が期待できる。

【0039】(3) 図1、図10の構成例は本発明の基本構成を説明するためのものであり、増幅器などは説明の簡単化のため省略している。従って、増幅器や周波数変換器などアレイアンテナにおいて従来に用いられている機器を付加することは構わない。

【0040】(4) 図1、図10の構成例に示す分配器やフィルタ、重み付け器などは、アナログの機器でも、デジタル系の機器でもよい。例えば、極端な例として、アンテナ素子で受信した信号を直ぐにA/D変換器でデジタル信号化して、その後の構成を重み付け設定回路を含めて全てデジタル信号処理回路で実現することもできる。このような構成により、信号処理手順（ソフトウェア）の変更や修正が柔軟に行え、汎用性の高いアダプティブアンテナが実現できる。デジタル信号処理により重み付けを設定する例を図11および図12に示す。

【0041】図11においては、複数のアンテナ素子101で受信した信号は、各々、増幅器や周波数変換器などを含むRFフロントエンド102に入力され、その後A/D変換器103によりアナログ信号からデジタル信号へ変換される。この各々の信号は、重み付け設定回路110に入力される一方、重み付け器104により重み付けされて、各信号は加算器100により合成される。この後、デジタルフィルタ105により各キャリア成分 f_1 、 f_2 、 f_3 が抽出され、各キャリア成分毎

に復調器106により復調され、検波器107により検波される。この中で特定のキャリア成分のみスイッチ108により取り出され、既知(パイロット)信号との差分を減衰器109により取り出し、誤差信号として重み付け設定回路110へ入力する。重み付け設定の具体的な手順等は前述の例と同様である。

【0042】図12の構成例では、複数のアンテナ素子101で受信した信号は、各々RFフロントエンド102に入力され、その後サブキャリア弁別フィルタ111によりキャリア信号毎に抽出される。各アンテナ素子毎、各キャリア信号毎に抽出された各信号は、A/D変換器112によりアナログ信号からデジタル信号へ変換され、重み付け設定回路110に入力される一方、重み付け器113により重み付けされて、各キャリア毎に加算器114により合成される。この後、各キャリア成分毎に復調器115により復調され、検波器116により検波される。この中で特定のキャリア成分のみスイッチ108により取り出され、既知(パイロット)信号との差分を減衰器109により取り出し、誤差信号として重み付け設定回路110へ入力する。重み付け設定の具体的な手順等は前述の例と同様である。

【0043】図13に本発明のマルチキャリア無線通信システムで使用される信号の周波数割り当ての例を示す。周波数軸上には、中心周波数が f_1 、 f_2 、 f_3 であって、データなど情報を有するキャリア信号を設け、この他に狭帯域で中心周波数 f_4 、 f_5 のキャリア信号(パイロット信号)を設ける。このパイロット信号は、例えば受信信号を参照信号(例えば、図11の既知信号)に最小2乗的に近づけるために参照信号と比較される情報など、アダプティブアンテナ制御用の各種制御処理に利用される。言葉を換えれば、アダプティブ処理し易いような、帯域、変調方式、伝送速度などを自由に選ぶことができる利点があり、信号処理の高速化などの点で効果が大きい。また、アダプティブアンテナの構成の点でも、パイロット信号専用の受信信号検知器(例えば受信器)が簡単につくれ、アダプティブ処理系を独立かつ簡単に構成できるので有効である。

【0044】具体的に、以下のようなことがあげられる。

(1)パイロット信号の変調方式を他のキャリアの変調方式と異ならせる。例えば、パイロット信号の変調方式として受信機構成の容易なFSK方式やBPSK方式などを用いることにより、重み付け設定回路において受信信号の検知のための構成が簡単化される効果がある。

【0045】(2)パイロット信号の伝送速度を他のキャリア信号と変える。例えば、キャリア信号の伝送速度(ビット・レート)を低速にすることにより、重み付け設定回路における重み付け量計算に余裕をもたせることができる。これは、逐次重み付け量を更新していくLMSなどのアルゴリズムを利用している場合に特に有効で

あり、重み付けの設定を安定化させる上で都合が良い。

【0046】以上のように、マルチキャリア伝送方式の無線通信システムにおいて、専用のキャリア信号をパイロット信号として利用することにより、アダプティブアンテナの構成の簡単化、処理時間の短時間などの性能の向上が期待でき、干渉波抑圧などの必要な移動通信などの応用として有効である。パイロット信号の設け方は、図13の限りでは無く、以下のような方法も考えられる。

【0047】(1)スペクトラム拡散通信における符号多重化を用いた場合のマルチキャリア伝送方式においては、図14に示すように、特定のキャリア信号(例えば f_2 のキャリア)の特定の符号情報をパイロット信号(既知信号)とする(例えば符号化信号C24をパイロット信号とする)。前述の場合と同様に、このパイロット信号はアダプティブ処理用として利用でき、アダプティブ処理上で最も効果のある形式にすることが可能である。図13の例と同様に、アダプティブアンテナの構成の簡単化、処理時間の短時間化などの性能の向上が期待でき、干渉波抑圧などの必要な移動通信などの応用として有効である。

【0048】(2)更に、時分割多重を行うシステムの場合も効果は同様である。図15には、その一例として、三つのキャリア信号(f_1 、 f_2 、 f_3)の一つ(図15の例では f_2 の信号)において、時間軸における信号割り当て(スロット)構成を示したものである。ここで、特定のキャリアにおけるスロットの一部にパイロット信号(既知信号)を設けていることが特徴である。

【0049】(3)更に、時分割多重を行うシステムにおいて、図16に示すように、キャリア信号の全てにパイロットは設けるが、その時間軸上での配置は異なるように設定する場合も同様の効果が期待できる。この場合には、図16の例で説明すると、最初に周波数 f_1 でのパイロット(スロットS11に設ける)の受信信号を元に重み付け量を設定し(計算し)、次の時間では、周波数 f_2 でのパイロット(スロットS22に設ける)の受信信号を元に重み付け量を設定もしくは更新し、更に次の時間では、周波数 f でのパイロット(スロットS33に設ける)の受信信号を基に重み付け量を設定もしくは更新することになる。重み付け設定回路での動作は、基本的にどの時間でもただ一つのパイロット信号を元に重み付け量を計算しているため、その信号処理時間は短く、高速処理が可能である。この他に、図6の例では、重み付け量の設定の元になる受信信号の周波数を逐次変えていっているため、周波数の違いによる重み付け量の推定についてある時間周期で常に修正していっていることになるので、重み付け量推定の精度の向上に効果がある。なお、この場合には、図17に示すアンテナ構成例により実現可能である。この構成と図10に示した構成

の違いは、重み付け設定回路96へ入力する受信信号（パイロット受信信号）を全ての周波数成分から抽出するようにしている点である。

【0050】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のアダプティブアンテナでは、マルチキャリア伝送方式において、一部のキャリアの受信信号のみを用いることにより、干渉波抑圧等のためにアンテナ指向性を最適化するアダプティブ処理を行うことが可能である。そのアンテナ構成は、一部のキャリア成分を抽出するだけの簡単な構成のものになり、アンテナ製造の簡単化、低コスト化に有効である。さらに、その信号処理回路において、処理手順の簡素化、処理時間、計算時間の短縮化が行われ、伝送速度の早い移動通信などへの応用として多大な効果がある。

【0051】また、本発明のマルチキャリア無線通信システムでは、アダプティブ信号処理を行う上でも最も効果的な周波数軸上、時間軸上、符号化軸上の各々の位置にパイロット信号を配置できる。このため、信号処理回路の構成そのものを簡単化できるばかりでなく、その処理自体も高速化でき、都合が良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るアダプティブアンテナの構成を示す図。

【図2】同実施形態で用いられるマルチキャリア伝送方式における周波数軸上のキャリア信号配置例を示す図。

【図3】同実施形態のアダプティブアンテナに設けられるキャリア信号抽出器の構成を示す図。

【図4】同実施形態のアダプティブアンテナに設けられる重み付け器の構成を示す図。

【図5】同実施形態のアダプティブアンテナに設けられる重み付け設定回路の構成を示す図。

【図6】アダプティブアンテナにおける通常の信号処理構成（手順）を示す図。

【図7】同実施形態のアダプティブアンテナの信号処理構成（手順）の一例を示す図。

【図8】同実施形態のアダプティブアンテナの信号処理構成（手順）の他の例を示す図。

【図9】同実施形態のアダプティブアンテナの信号処理構成（手順）のさらに他の例を示す図。

【図10】同実施形態に係るアダプティブアンテナの第2の構成例を示す図。

【図11】同実施形態に係るアダプティブアンテナの第3の構成例を示す図。

【図12】同実施形態に係るアダプティブアンテナの第4の構成例を示す図。

【図13】本発明の一実施形態に係るマルチキャリア無線通信システムにおける周波数軸上のキャリア信号配置を示す図。

【図14】本発明の一実施形態に係るマルチキャリア無線通信システムにおけるキャリア信号およびパイロット信号の配置を示す図。

【図15】本発明の一実施形態に係るマルチキャリア無線通信システムにおけるキャリア信号およびパイロット信号の第2の配置例を示す図。

【図16】本発明の一実施形態に係るマルチキャリア無線通信システムにおけるキャリア信号およびパイロット信号第3の配置例を示す図。

【図17】本発明の一実施形態に係るアダプティブアンテナの第5の構成例を示す図。

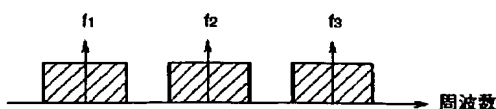
【図18】従来のアダプティブアンテナにより実現されるアンテナ指向性の例を示す図。

【図19】従来のアダプティブアンテナの構成図。

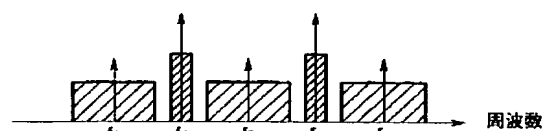
【符号の説明】

11, 21, 22, 23, 24, 61, 62, 63, 64, 101…アンテナ素子、12, 25, 26, 27, 28, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 104, 113…重み付け器、13, 33, 93, 94, 95, 100, 114…合成器（加算器）、14…基準信号発生回路、15, 109…減算器、16…制御回路、29, 30, 31, 32…キャリア信号抽出器、38, 96, 110…重み付け設定回路、40…分配器、41…帯域通過フィルタ、42…可変減衰器（可変利得増幅器）、43…可変移相器、50, 103, 112…A/D変換器、51…直交変換器、53…演算回路、54…振幅ウェイト信号発生器、55…位相ウェイト信号発生器、65, 66, 67, 68…分配器、69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80…帯域通過フィルタ、102…RFフロントエンド、105…デジタルフィルタ、106, 115…復調器、107, 116…検波器、111…サブキャリア弁別フィルタ、108…スイッチ。

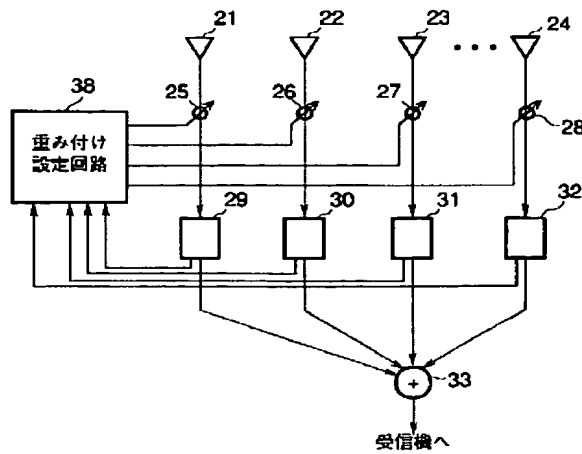
【図2】



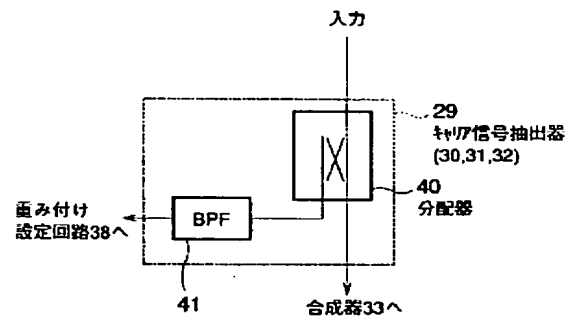
【図13】



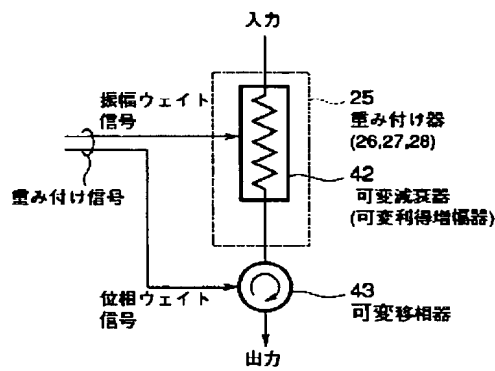
【図1】



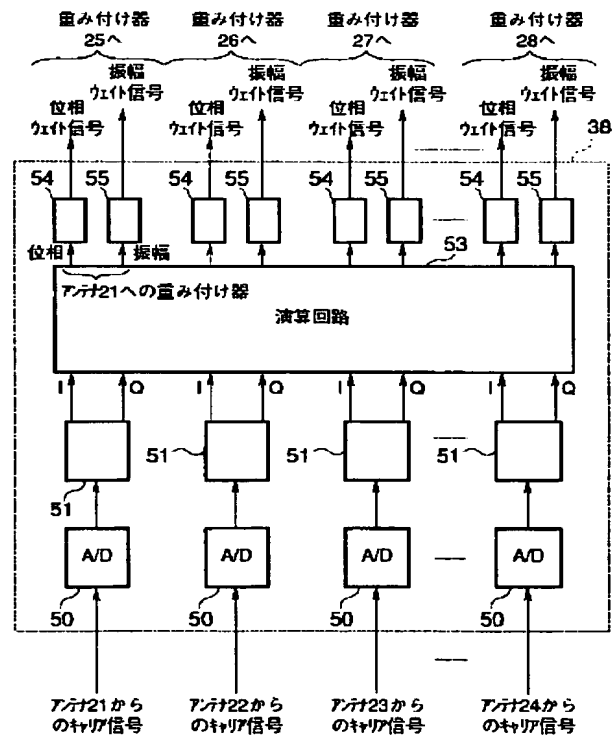
【図3】



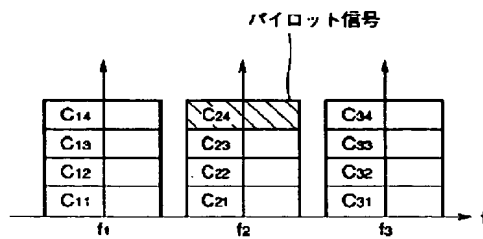
【図4】



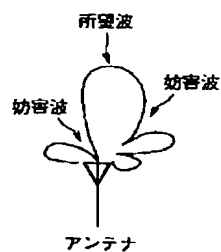
【図5】



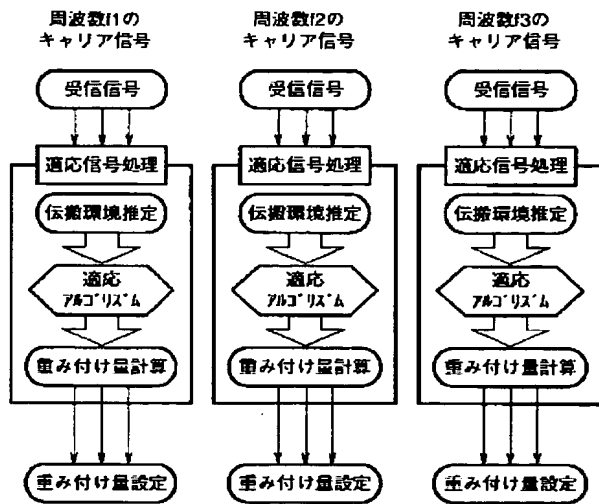
【図15】



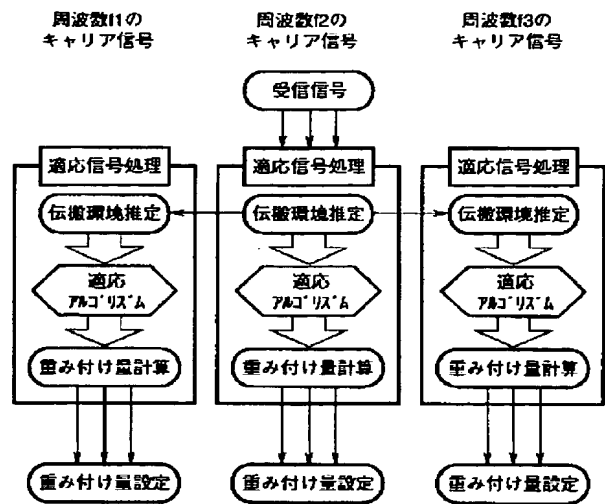
【図18】



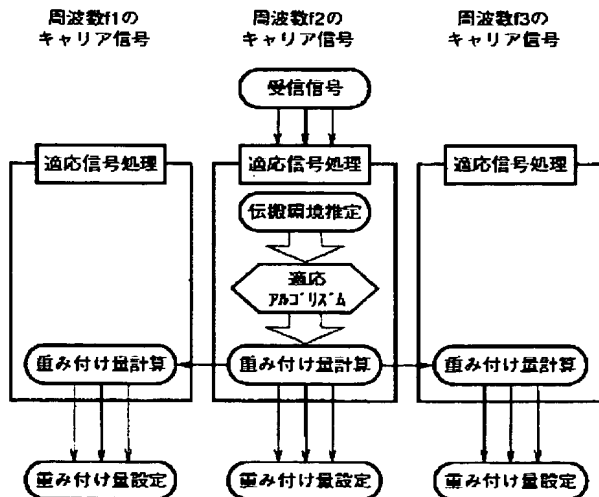
【図6】



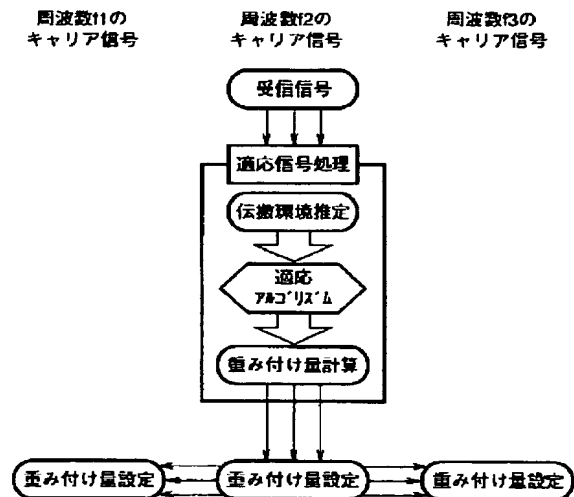
【図7】



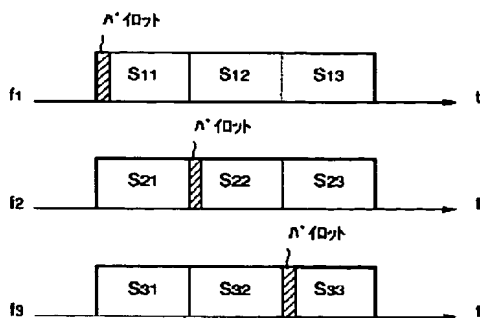
【図8】



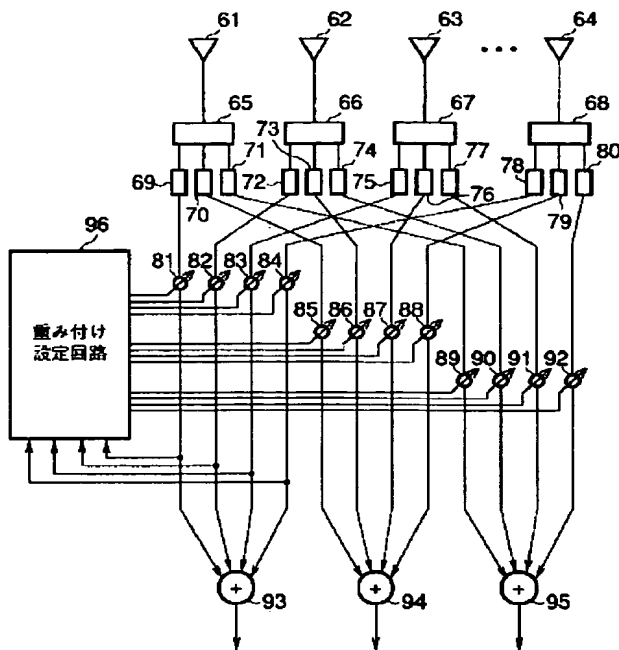
【図9】



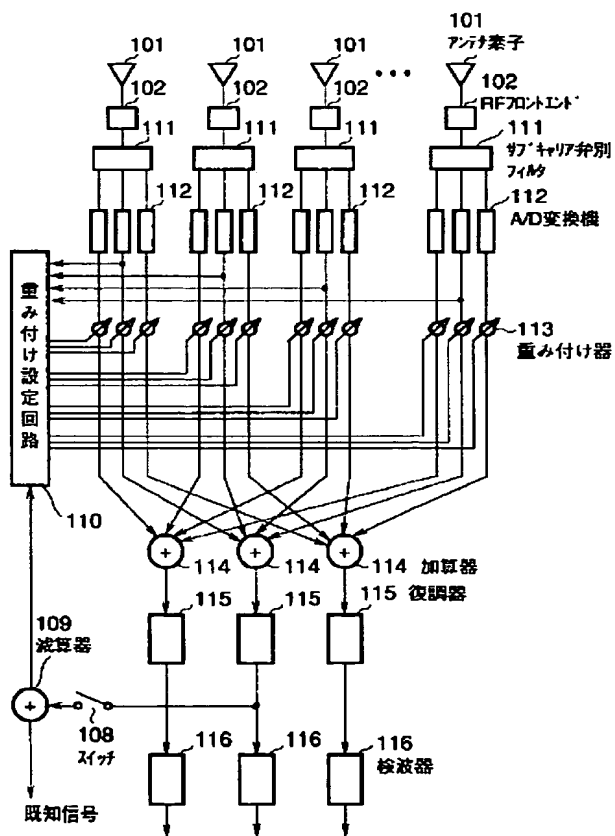
【図16】



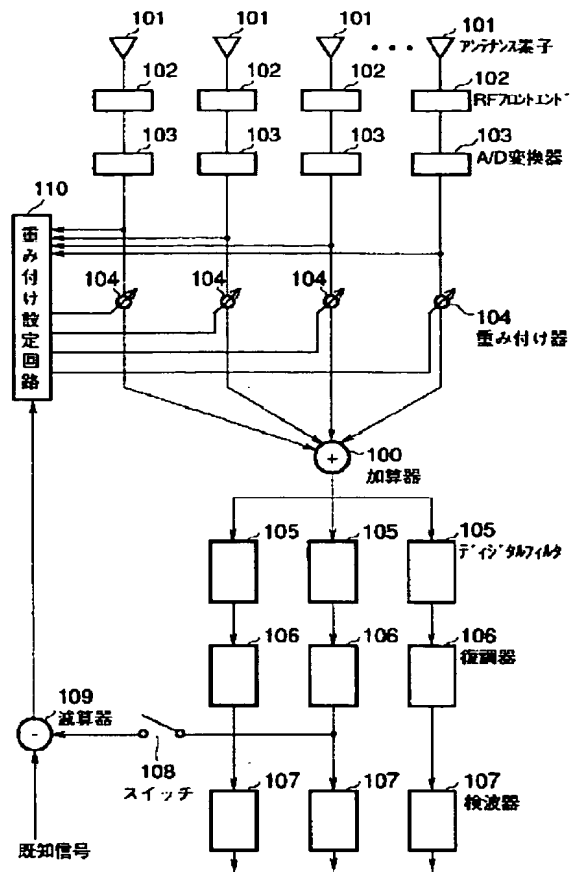
【図10】



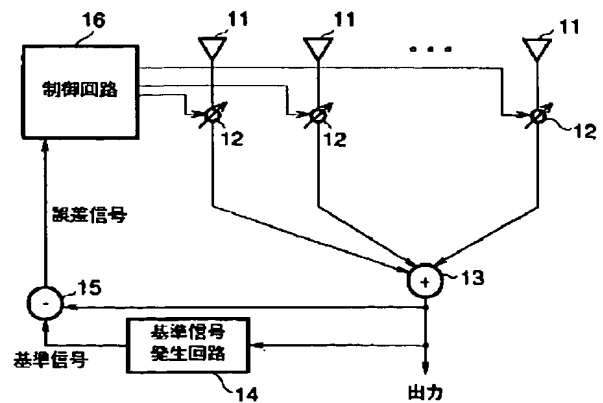
【図12】



【図11】



【図19】



【図17】

